

02247101 \*\*Image available\*\*

## PRODUCTION OF DIFFRACTION GRATING

Pub. No.: 62-164001 [JP 62164001 A]

Published: July 20, 1987 (19870720)

Inventor: KUWAMURA YUJI

Applicant: NEC CORP [000423] (A Japanese Company or Corporation), JP (Japan)

Application No.: 61-006838 [JP 866838]

Filed: January 14, 1986 (19860114)

INTL CLASS: International Class: 4 ] G02B-005/18; G02B-006/12; G02B-006/34

JAPIO Class: 29.2 (PRECISION INSTRUMENTS -- Optical Equipment)

JAPIO Keyword: R002 (LASERS)

Journal: Section: P, Section No. 652, Vol. 12, No. 2, Pg. 61, January 07, 1988 (19880107)

### ABSTRACT

**PURPOSE:** To easily manufacture a diffraction grating of a  $\lambda/4$  shift type having the same shape and quality within a substrate surface by irradiating and exposing the interference pattern obtained by superposing two beams having phase differences from each other on one kind of photoresist.

**CONSTITUTION:** An optical path difference in the stage of reflection arises between recesses and projections when an incident wave 9 is made incident perpendicularly on a reflection mirror 5 and therefore, the phase difference arises in the reflected wave 10 reflected at both parts. The phase difference  $\Delta$  is in the relation  $\Delta = 4 \cdot \pi \cdot d / \lambda$  if the thickness of the ruggedness of the reflecting mirror 5 is designated as (d). The reflected wave 10 reflected on the reflection mirror 5 advances through a half mirror 4 to the substrate 7. On the other hand, laser light 8B advancing to the optical system on the right side in figure (a) advances to the substrate 7 by passing approximately the same optical system as the optical system on the left side. The interference pattern partly reversed in the ruggedness is obtained when the reflected wave 10 subjected to phase matching and a plane wave 11 are superposed at an optional incident angle  $\theta$  on the substrate 7. The easy manufacture of the  $\lambda/4$  shift type diffraction grating is made possible by such interference pattern.

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭62-164001

⑪ Int. Cl.<sup>4</sup>G 02 B 5/18  
6/12  
6/34

識別記号

庁内整理番号

7529-2H  
8507-2H  
7529-2H

⑬ 公開 昭和62年(1987)7月20日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 回折格子の製造方法

⑮ 特 願 昭61-6838

⑯ 出 願 昭61(1986)1月14日

⑰ 発 明 者 桑 村 有 司 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑱ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

⑲ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

## 明 細 書

## 発 明 の 名 称

回折格子の製造方法

## 特 許 請 求 の 範 囲

半導体基板にフォトリジストを塗布する工程とレーザービームを第1および第2のビームに分け前記第1のビームを一定周期の凹凸面を有する第1の反射鏡に入射して得た第1の反射ビームと前記第2のビームを平面状の第2の反射鏡に入射して得た第2の反射ビームとを重ね合わせることににより得られる干渉パターンを前記フォトリジストに照射して干渉露光する工程と、前記フォトリジストを現像する工程と、前記フォトリジストをエッチングマスクとして前記半導体基板をエッチングする工程とを備えることを特徴とする回折格子の製造方法。

## 発 明 の 詳 細 な 説 明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は回折格子の製造方法に関し、特に分布帰還型半導体レーザに用いる $\lambda/4$ シフト型の回折格子の製造方法に関する。

## 〔従来の技術〕

周期構造をレーザ反射機構として利用する分布帰還型半導体レーザ(以下DFBレーザと略す)は、素子内に設けた回折格子の周期で定まるブラッグ波長近傍で単一軸モード共振し、高連共振時にも単一モード動作を維持するため、単一モード光ファイバの大容量長波長光伝送システムの光源として有望視されている。DFBレーザは、素子内部に形成した回折格子による反射率の波長依存性によって選択的に一本の縦モードを発振せようとするものであるが、一般にDFBレーザでは以下に述べる理由からブラッグ波長で発振せず、ブラッグ波長を挟む2本の縦モードが発振しやすくなる。このため、通常のDFBレーザでは高い歩留りは期待できない。

以下、この理由について簡単に説明する。第4

図は従来のDFBレーザの作用を示す説明図である。

いま第4図に示すように、DFBレーザ20を $X=0$ の面で縫ぎ合わされた左右2つの部分からなるブラッグ反射器20、20と考へ、 $X=0$ から $+Z$ 方向に伝搬する波を入射波Aとする。この入射波Aの一部は、導波路中に形成された回折格子によって反射され、反射波A'を生じる。このとき、回折格子によって反射された反射波A'は、 $X=0$ で入射波Aより90度進んだ位相で左側のブラッグ反射器20に入射する。同様に反射波A'は左側のブラッグ反射器20によりその一部が反射され、反射波A''を生じる。このとき $X=0$ での反射波A'と反射波A''の位相差は0度である。ゆえに、 $+Z$ 方向に伝搬する入射波Aと反射波A''の位相差は、180度異なることになり、ブラッグ反射条件では、両者の位相は打消し合つて効率のよい反射が得られず、このような構造のDFBレーザ20では、ブラッグ波長を挟む2本の縦モードが発振しやすくなる。

#### 〔発明が解決しようとする問題点〕

上述した従来の $\lambda/4$ シフト型の回折格子の製造方法は、ポジおよびネガの二種類のレジストを用いるが、両者のレジスト最適露光時間が異なるため、左右の回折格子の形状が著しく異なってしまうという欠点がある。

本発明の目的は、左右均一な形状の回折格子を有する $\lambda/4$ シフト型の回折格子の製造方法を提供することにある。

#### 〔問題点を解決するための手段〕

本発明の回折格子の製造方法は、半導体基板にフォトリソを塗布する工程と、レーザビームを第1および第2のビームに分け前記第1のビームを一定周期の凹凸面を有する第1の反射鏡に入射して得た第1の反射ビームと前記第2のビームを平面状の第2の反射鏡に入射して得た第2の反射ビームとを重ね合わせるにより得られる干渉パターンを前記フォトリソに照射して干渉露光する工程と、前記フォトリソを現像する工程と、前記フォトリソをエッチングマスク

そこで、回折格子の位相を半導体レーザ波長の位相で $\pi/4$ だけずらすことにより、入射波Aと反射波A'の位相を一致させ、ブラッグ反射条件で単一軸モード発振する $\lambda/4$ シフト型DFBレーザが提案されている。事実、1984年11月22日発行のエレクトロニクスレーザ誌、第20巻4号、1008～1010頁には $\lambda/4$ シフト型DFBレーザの試作例が報告されており、ブラッグ波長に一致した単一軸モード発振が歩留りよく得られている。

この論文では、基板の上にポジおよびネガタイプのフォトリソを隣接して形成し、2光束干渉露光法により焼付を行った後、凹凸周期が一部反転したフォトリソをマスクとして半導体基板をエッチングする工程により、 $\lambda/4$ シフト型回折格子を形成している。ここで、1次回折格子の周期 $\Lambda$ と半導体レーザ内部での波長 $\lambda_s$ には、 $\Lambda = \lambda_s/2$ の関係があるため、回折格子の凹凸を反転することにより $\pi/4$ シフト型回折格子が得られる。

として前記半導体基板をエッチングする工程とき備えている。

#### 〔作用〕

次に、本発明の原理について図面を参照して説明する。第1図(a)は本発明の一実施例における2光束干渉露光光学系の構成図、同図(b)および(c)は本実施例に使用する二種類の反射鏡の拡大断面図、第2図は本実施例による本発明の原理を説明する図である。

レーザ1から出た光は、ハーフミラー2によりレーザ光8Aおよび8Bに分けられる。レーザ光8Aはエキスパンダー3およびハーフミラー4を通過後、反射鏡5に垂直に入射する。この部分の詳細な様子を第2図に示す。反射鏡5は第2図に示すような一定周期の凹凸(この周期は数百 $\mu\text{m}$ の単位であるため、マスクを用いた通常の露光法などにより形成できる)を有する反射鏡になっている。いま、この反射鏡5に入射波9が垂直に入射すると、凹部と凸部間で反射時の行路差が生じるため、両者の部分で反射した反射波10に位相

差が生じる。その位相差は、反射鏡5の凹凸の厚さを $d$ とすると、 $\delta = 4\pi d / \lambda_L$ の関係にある。ここで $\lambda_L$ はレーザ1の波長である。 $\lambda/4$ シフト型回折格子を作製するには、反射光の位相差を $n\pi$  ( $n$  = 奇数) とすればよいから、 $n = 1$ のときには $d = \lambda_L / 4$ となる。ゆえに、波長 $\lambda_L = 325\text{nm}$ のHe-Cdレーザを用いるときには、 $d$ は $81.25\text{nm}$ とすればよい。

上述した反射鏡5で反射した反射波10は、ハーフミラー4を経て基板7へと進む。一方、第1図(a)において右側の光学系へと進行するレーザ光8Bは、左側の光学系とほぼ同じ光学系を通過して基板7へと進む。ただし、反射鏡6は普通の平面反射鏡であり、左側の光学系と同じレーザ強度を基板7の前で得るためのものである。減衰器などにより光量調整する場合は不用である。

このように位相差形した反射波10と平面波11とを任意の入射角 $\theta$ で基板7上に重ね合せると、凹凸の一部反転した干渉パターンが得られ、この干渉パターンにより $\lambda/4$ シフト型回折格子の作

製が可能となる。

(実施例)

次に、本発明の一実施例による $\lambda/4$ シフト型の回折格子の製造方法について説明する。第3図(a)～(d)は本実施例の回折格子の製造方法の工程を示す図である。

まず、I<sub>n</sub>P基板71上に一種類のフォトレジスト12(例えばODUR-120)を塗布する(第3図(a))。次に、本実施例の2光束干渉露光光学系(第1図)により干渉露光を行なう(第3図(b))。この時、発振波長 $1.3\mu\text{m}$ 帯のDFBレーザの1次の回折格子を、波長 $325\text{nm}$ のHe-Cdレーザ光を用いて作製するためには、光の入射角 $\theta$ は約54度である。また最適露光時間は、He-Cdレーザの光強度密度 $4\text{mW}/\text{cm}^2$ に対して約30秒である。このような条件で露光した後、フォトレジスト12を専用現像液で現像し(第3図(c))、これをマスクにしてI<sub>n</sub>P基板71を $\text{HBr} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (10:0.1:100)の混合液でエッ

チングし、フォトレジスト12を除去することにより、 $\lambda/4$ シフト型の回折格子13が得られる(第3図(d))。

本実施例によれば、一種類のフォトレジストしか使用しないため、得られる回折格子の形状はすべて等しく均一となる。また、従来の回折格子の製造方法とほぼ同じ工程により、簡単に $\lambda/4$ シフト型の回折格子が作製できる。

(発明の効果)

以上説明したように本発明は、互いに位相差を有する二つのビームを重ね合わせて得た干渉パターンを一種類のフォトレジスト上に照射露光することにより、基板面内すべて均一形状で且つ同じ品質の $\lambda/4$ シフト型の回折格子を簡単に作製できる効果がある。

図面の簡単な説明

第1図(a)は本発明の一実施例における2光束干渉露光光学系の構成図、同図(b)および(c)は本実施例に使用する二種類の反射鏡の拡大

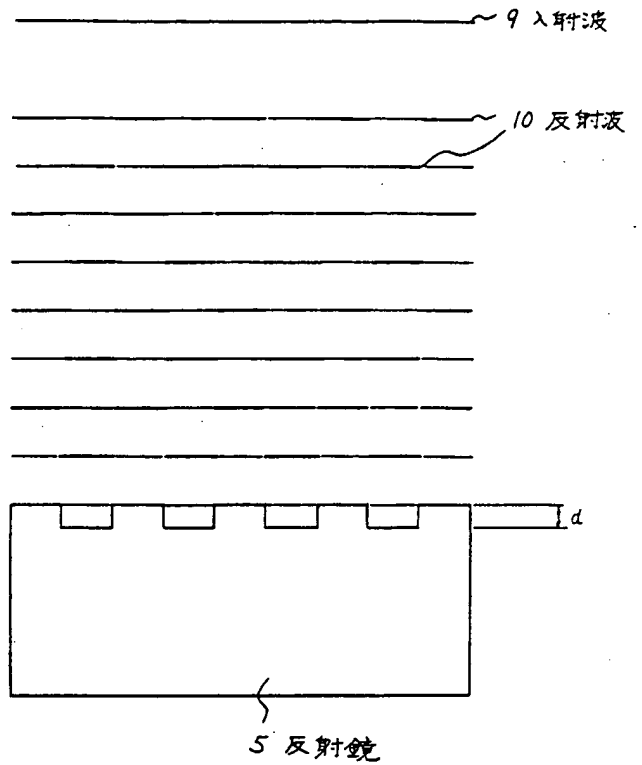
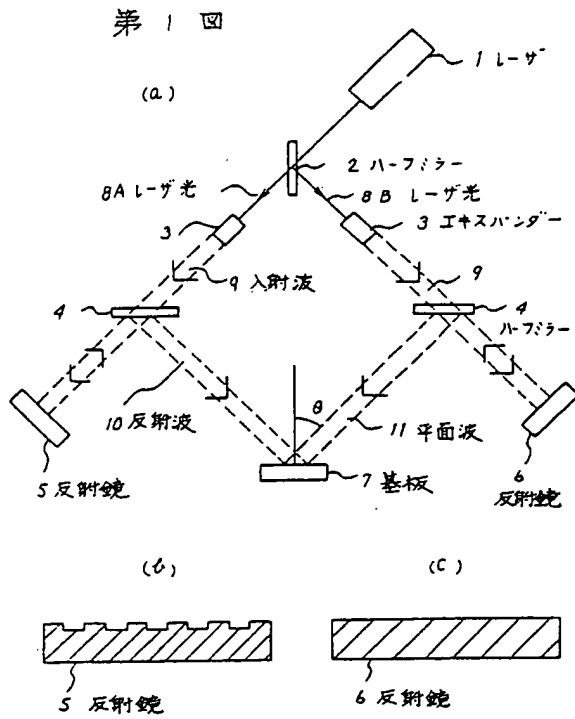
断面図、第2図は本実施例による本発明の原理を説明する図、第3図(a)～(d)は本実施例の回折格子の製造方法の工程を示す図、第4図は従来のDFBレーザの作用を示す説明図である。

1…レーザ、2, 4…ハーフミラー、3…エキスパンダー、5, 6…反射鏡、7…基板、8A, 8B…レーザ光、9…入射波、10…反射波、11…平面波、12…フォトレジスト、13…回折格子、20…DFBレーザ、71…I<sub>n</sub>P基板。

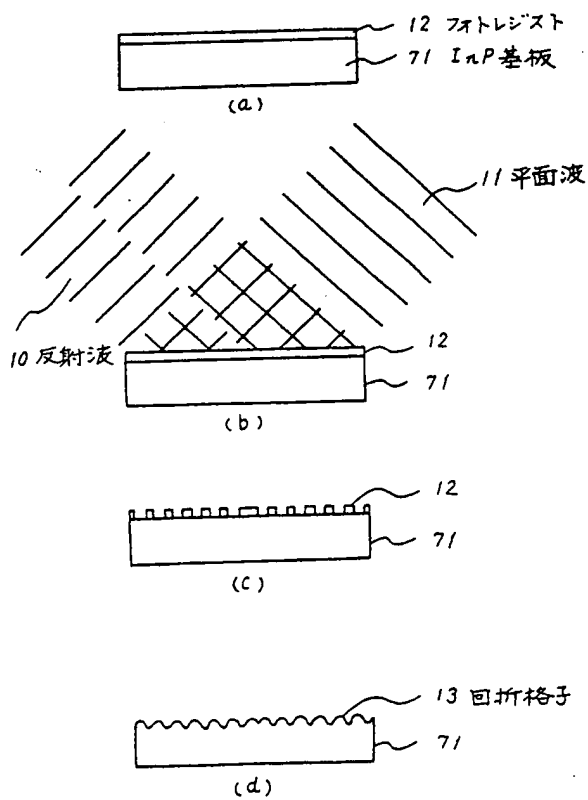
代理人 弁理士 内 原



第2図



第3図



第4図

